SECCIÓN 26 05 13 – CABLES DE MEDIA TENSIÓN

PARTE 1 - GENERALIDADES

1.1 PUBLICACIONES APLICABLES. Las publicaciones siguientes, cuyas ediciones aparecen a continuación, y a las cuales se hará referencia de aquí en adelante únicamente por designación básica, forman parte de estas especificaciones en la medida indicada por las referencias que de ellas se hacen:

1.1.1 **Estándares de la American National Standards Institute (ANSI):**

C2-07	National Electric Safety Code
C84.1-06	Electric Power Systems and Equipment-Voltage Ratings (60 Hertz)
Y32.9-72	Graphic Symbols for Electrical Wiring and Layout Diagrams Used in Architecture and Building Construction

1.1.2 **Estándares de la American Society for Testing and Materials (ASTM) International:**

B8-04	Concentric- Lay- Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft
B496-04	Compact Round Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors

1.1.3 **Estándares de la Association of Edison Illuminating Companies (AEIC):**

CS8-07	Specification for Extruded Dielectric Shielded Power Cables Rated 5 through 46 kV

1.1.4 **Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Standards:**

100-01	The Authoritative Dictionary of IEEE Standard Terms Seventh Edition Institute of Electrical and Electronics Engineers
386-06	Separable insulated Connector Systems for Power Distribution Systems
404-06	IEEE Standard for Extruded and Laminated Dielectric Shielded Cable Joints Rated 2500 to 500000 V

1.1.5 **Publicación de la National Fire Protection Association (NFPA):**

70-11	National Electrical Code

1.1.6 **Estándares de la National Electrical Manufacturers Association (NEMA):**

WC 74-06	5-46 kV Shielded Power Cable for use in the Transmission and Distribution of Electric Energy

1.1.7 **Estándares de seguridad del Underwriters´ Laboratories Inc. (UL):**

1072-06 Medium-Voltage Power Cables

1.2 REQUISITOS

1.2.1 **Conformidad a los códigos y estándares.** Las instalaciones eléctricas deberán ajustarse a las reglas aplicables al National Electrical Code, NFPA 70, y del National Electrical Safety Code, ANSI C2. Los valores nominales de voltaje deberán ajustarse al ANSI C84.1, a menos que se indique lo contrario. Los símbolos, en dibujos gráficos, estarán referidos al ANSI Y32.9. Y la terminología será de acuerdo con la norma IEEE 100-92.

1.2.2 **Capacidades de equipo.** Las capacidades de los cables y equipos no serán inferiores a las que se indican en los planos o en estas especificaciones.

1.2.3 **Placas del fabricante.** Los equipos eléctricos tendrán una placa que identifique el nombre de fabricante, dirección, número de catálogo, modelo, estilo o tipo, identificados en forma visible y adherida al equipo firmemente.

1.2.4 **Material o equipo defectuosos.** Se deberá reemplazar o reparar todo cable o equipo que resulte defectuoso o dañado durante su instalación o prueba de tal forma que pueda cumplir con los requisitos especificados de forma que sea aprobado por el Oficial de Contratos.

1.2.5 **Condiciones de servicio.** Los cables y equipos suministrados bajo esta sección de las especificaciones deben ser apropiados para las siguientes condiciones de servicio:

1.2.5.1 Altitud: Nivel del mar.

1.2.5.2 Temperatura ambiente: 30ºC

1.2.5.3 Frecuencia: 60Hz

1.2.5.4 Humedad: 90%-100%

1.2.5.5 Ambiente corrosivo: Área selvática cerca de la costa.

1.2.6 **Mano de obra.** Deberá ser de primera calidad. Los cables y equipos deben mantenerse libres de mezcla de concreto, sucio y basura durante el transcurso de la construcción..

1.2.7 **Certificación.** Los cables y equipos deberán ser nuevos y encontrarse dentro de la lista de Underwriters´ Laboratories, Inc., cada vez que dicha agencia haya establecido las normas. En los casos en que no se cuente con la lista de Underwriters´Laboratories Inc, se tomarán en consideración los informes de pruebas certificadas por un laboratorio de pruebas debidamente equipado, reconocido e independiente, con la capacidad para realizar dichas pruebas, en las cuales se indique la adecuación a los requisitos de las normas aplicables de Underwriters´ Laboratories, Inc.

1.2.8 **Productos estándar.** Todos los cables y equipos presentados para aprobación deberán ser productos estándar de catálogo de empresas usualmente relacionadas a la producción comercial de cables. Asimismo, deberán tener un diseño estándar que se ajuste a las especificaciones.

1.2.9 **Excavación.** Coordinación y permiso de excavación son requeridos a lo largo de toda la ruta de los cables enterrados directamente para evitar daños a instalaciones vitales o condiciones peligrosas para el personal. Para obtener los permisos de excavación, el contratista deberá enviar por escrito, con por lo menos dos semanas de antelación, una notificación al Oficial de Contrataciones indicándole el área y la fecha en que deben iniciar la excavación.

1.2.10 **Líneas de servicio y utilidades.** Las líneas de servicio y de utilidad existentes deberán ser siempre protegidas de cualquier daño y si se dañasen, serán reparadas por el Contratista sin costo para la ACP.

1.2.11 **Coordinar con la ACP.**

1.2.11.1 El trabajo a realizarse dentro de las casetas de transformadores y cámaras de paso existentes.

1.2.11.2 El trabajo de empalmes y terminaciones de cables que sean realizados por la ACP.

1.3 DOCUMENTACIÓN REQUERIDA

1.3.1 **Datos descriptivos.** Se someterá información completa de los siguientes materiales y equipos de acuerdo a las Condiciones Generales. Catálogos, folletos, especificaciones o cualquier tipo de literatura impresa detallada para poder verificar que cumplan con los requisitos del Contrato:

1.3.1.1 Cables de potencia (hoja descriptiva adjunta debe ser llenada y sometida para aprobación), para cada tamaño especificado

1.3.1.2 Empalmes para cables de potencia

1.3.1.3 Terminaciones de cables de potencia

1.3.1.4 Lubricante para halar los cables

1.3.1.5 Conectores para Terminaciones tipo Pistola

1.3.1.6 Etiquetas para marcar cables

NOTA: Al presentar los materiales para aprobación, el Contratista deberá identificarlos claramente usando como referencia los números de los equipos especificados en los planos o hará referencia a la sección que corresponda de estas especificaciones.

1.3.2 **Certificación del fabricante.** Los fabricantes deberán preparar certificados cuando los datos públicos del fabricante o los planos no indiquen que se reúnen los otros requisitos de estas especificaciones.

1.3.3 **Procedimientos y plan de instalación de cables.** Los cables deberán ser instalados siguiendo estrictamente las indicaciones del Fabricante. Cada cable debe ser identificado a través del uso de una etiqueta de plástico laminado o de un metal no-ferroso en cada bóveda, cámara, terminal o tablero. El Contratista debe someter un plan de instalación de los cables para cada tramo. La ACP solo permitirá el uso de empalmes si el mismo ha sido aprobado con anterioridad. Se entregará para su aprobación un procedimiento de instalación de cable por escrito, describiendo el equipo y las técnicas propuestas para instalar los cables subterráneos, así como también la longitud máxima de los tramos de cable para instalar y la tensión de tracción recomendadas

por el fabricante. Todo el equipo que se proponga usar deberá ser inspeccionado y aprobado por el Oficial de Contrataciones. El plan de instalación debe incluir lo siguiente:

1.3.3.1 Un dibujo con la vista de planta del área con los tiros de conductor numerados de acuerdo al orden en que se planifica halar los mismos.

1.3.3.2 Instrucciones del fabricante del lubricante para halar los cables.

1.3.3.3 Procedimiento para sellar las puntas de los cables para evitar la entrada de humedad.

1.3.3.4 Tensión de halado máxima para cada tipo y tamaño de conductor.

1.3.3.5 Tensión máxima de halado de los accesorios para el trabajo.

1.3.3.6 Longitud máxima de halado para cada tipo y tamaño de conductor de acuerdo al fabricante.

1.3.4 **Supervisión de tensión de cable.** Se utilizará un dispositivo que permita verificar la tensión del cable durante la instalación. El dispositivo deberá tener un indicador que muestre la tensión aplicada y un embrague u otro mecanismo que evite que se aplique una presión mayor a la ajustada.

1.3.5 **Calificaciones del instalador de cables**. El Contratista deberá tener por lo menos una persona en el sitio en una posición de supervisión con un nivel documentado de competencia y experiencia para supervisar todas las operaciones de instalación de cables. Se debe entregar el currículum de los instaladores de cable que muestre la experiencia de los últimos tres años, incluyendo una lista de referencias completa con contactos, direcciones y números de teléfono.

1.3.6 **Reportes de instalación de cable.** Tres copias de la información que se describe abajo deben ser entregada por el Contratista en cartapacios de por lo menos tres aros para hojas de 8 ½ X 11” con divisores plásticos para cada sección.

1.3.6.1 El tipo de cable y su fabricante.

1.3.6.2 Las fechas de instalación y hora.

1.3.6.3 Las longitudes de cada tiro de cable.

1.3.6.4 Cálculo de tensión en cada tiro de cable.

1.3.6.5 Tensión sometida en los cables durante la instalación.

1.3.7 **Reportes de prueba.** Se debe entregar los reportes de prueba listados en el párrafo de especificación 1.3.8 y 1.3.9. Los reportes deberán incluir tanto las pruebas de rutina, como las pruebas realizadas al equipo. Tres copias de la información descrita a continuación en cartapacios de 8 ½" por 11" que tengan un mínimo de tres aros con una sección separada para cada prueba. Divisores de plástico fuertes con etiquetas deberán separar las secciones.

1.3.7.1 Una lista de todo el equipo usado en las pruebas, con certificación de calibración de cada equipo.

1.3.7.2 Una copia de las medidas tomadas.

1.3.7.3 Las fechas de las pruebas.

1.3.7.4 El equipo y los valores que se vayan a verificar.

1.3.7.5 La condición especificada para la prueba.

1.3.7.6 Los resultados de la prueba, firmados y fechados.

1.3.7.7 Una descripción de todos los ajustes hechos.

1.3.8 **Reportes certificados de pruebas de fábrica.** Los reportes certificados de las pruebas de fábrica deberán entregarse cuando el fabricante efectúe las pruebas rutinarias de fábrica requeridas por los estándares listados en el párrafo PUBLICACIONES APLICABLES y el párrafo 2.1.1.2. Los materiales deberán pasar las pruebas de control de calidad del fabricante con éxito. Los instrumentos y métodos de prueba de fábrica deberán reunir los requisitos aplicables del ANSI, EIA, IEEE, NEMA, AEIC, y los estándares UL. Los resultados de las pruebas de fábrica ejecutadas deberán ser certificados por el fabricante o un laboratorio de prueba aprobado y entregados siete días después que se completen las pruebas especificadas en las publicaciones aplicables o en estas especificaciones exitosamente. Se deberán incluir los criterios del fabricante de para la aceptación o rechazo de los equipos sometidos a las pruebas.

1.3.9 **Reportes certificados de pruebas de campo.** El plan de pruebas de campo propuesto deberá ser entregado 30 días antes de probar el sistema instalado. No se ejecutará ninguna prueba de campo hasta que el plan de pruebas sea aprobado. El Plan de pruebas deberá consistir de los procedimientos completos de pruebas de campo, que deberá incluir las pruebas que se va a ejecutar, el equipo de prueba requerido y los límites de tolerancia. El Contratista deberá certificar al Oficial de Contrataciones todas las pruebas de campo requeridas. Las pruebas de campo deberán incluir aquellas pruebas aplicables especificadas en el párrafo 3.3.

1.3.10 **Manuales de instrucciones**. Deberán entregarse estos manuales en cumplimiento con las Cláusulas del Contrato. Cada uno de los manuales de instrucciones deberá ser en original (no se aceptarán fotocopias), con una calidad apropiada para sacar fotocopias y deberán estar debidamente identificados con el título "Copia de Archivo". Se deberán entregar los manuales de instrucciones de lo siguiente:

1.3.10.1 Los empalmes del cable de potencia.

1.3.10.2 Terminaciones del cable de potencia.

1.4 ENTREGA, ALMACENAJE Y MANEJO. El Contratista revisará visualmente los carretes de cable, aparatos y equipo cuando sean recibidos y antes de ser aceptados del transportista. Los artículos almacenados deberán ser protegidos del ambiente de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se deberán reemplazar los artículos dañados. Se deberá manejar el equipo con precaución para evitar daños al mismo. Cualquier equipo dañado debido a un manejo inadecuado deberá ser reparado o reemplazado a opción del Oficial de Contrataciones y sin ningún costo adicional para la ACP.

PARTE 2 - PRODUCTOS

2.1 **MATERIALES.** Los equipos especificados en esta sección complementan el listado de equipos que aparece en los planos del contrato. Las descripciones y normas señaladas representan información que indica el tipo de equipo solicitado y no tienen como propósito restringir la selección de éstos a algún fabricante en

particular. Equipos de características y acabado similares y de igual calidad serán considerados aceptables si son aprobadas por el Oficial de Contrataciones.

2.1.1 **Cable de media tensión.**

2.1.1.1 **Requisitos.** Cable monoconductor de cobre suave, tensión de operación de {5} {15}kV, aislamiento de polietileno reticulado TR-XLPE, nivel de aislamiento de 133%, temperatura de operación continua de 90ºC, blindaje de cinta de cobre y la cubierta exterior de policloruro de vinilo PVC resistente a los rayos ultravioletas. El cable será de uso general para sitios húmedos o secos e instalación en tuberías, ductos, directamente enterrado, sumergidos o instalaciones aéreas.

(a). **Conductor.** El conductor deberá ser de cobre suave, trenzado Clase B de acuerdo al ASTM B3, en cableado concéntrico {comprimido de acuerdo al ASTM B8}{compactado de acuerdo al ASTM B496} con longitudes tal y como se requieren en planos y con los tamaños descritos a continuación:

(1). **# 2 AWG**

(2). **# 250 kCM**

(3). **# 350 Kcm**

(b). **Pantalla semiconductora del conductor.** El conductor deberá tener una capa semiconductora extruida cubriendo el conductor y formando un cuerpo único con el aislamiento del cable. La pantalla semiconductora debe cumplir con los requisitos de las normas NEMA WC-74. El espesor del semiconductor deberá ser de acuerdo con el AEIC CS-8.

(c). **Aislamiento.** Los cables serán de polietileno reticulado XLPE-TR, retardante a la arborización (tree-retardant), tensión de operación de {5} {15}kV, nivel de aislamiento de 133%, que reúna los requisitos del NEMA WC-74. El espesor de aislamiento deberá estar de acuerdo con la norma AEIC CS-8.

(d). **Pantalla semiconductora del aislamiento.** Una capa semiconductora que reúna los requisitos del NEMA WC-74 se deberá extruir sobre el aislamiento para que sirva como una pantalla o escudo electrostático. El material semiconductor de la pantalla deberá ser compatible con el aislamiento y legiblemente identificado como material conductor. La capa semiconductora deberá ser capaz de separarse del aislamiento con una fuerza de 27N a 107N (6 a 24 libras) de acuerdo con el AEIC CS-8**.**

(e). **Pantalla electrostática.** El blindaje metálico debe estar aplicado directamente sobre la pantalla semiconductora del aislamiento. El blindaje consistirá en una cinta de cobre helicoidalmente aplicada con 127 Micrones (5 mil) de espesor y con un mínimo de 12.5% de solapa o traslape. Esta cinta deberá reunir los requisitos del NEMA WC-74.

(f). **Cubierta exterior.** El cable deberá ser provisto de una envoltura de PVC. Cada fase deberá estar identificada por un color distinto: Fase A - Color Azul, Fase B – Color Negro y Fase C –"Rojo". La envoltura deberá estar ajustada, pero deberá permitir la separación libre del escudo de aislamiento. La envoltura deberá ser adecuada para su instalación en lugares secos y húmedos, excediendo los requisitos físicos del NEMA WC-74, y deberá ser resistente a la luz del sol de acuerdo con el UL 1072. El espesor mínimo de la envoltura en cualquier punto deberá ser de no menos del 90% de aquel especificado en la Sección 4 del NEMA WC-74. La envoltura deberá ser resistente a la humedad y aceite y retardante al fuego.

(g). **Identificación.** Todos los cables deberán ser identificados por medio de impresión de tinta en la superficie de la cubierta exterior indicando: El fabricante, el tamaño del conductor (AWG o kCM), el tipo de aislamiento (TR-XLPE), el nivel de aislamiento y de voltaje ({5} {15}kV, 133%) y las designaciones UL.

2.1.1.2 **Garantía de calidad.**

(a). **Pruebas de inspección de fábrica.** Cada cable deberá ser probado en fabrica de acuerdo a lo siguiente:

(1). **Prueba de Descarga Parcial:** Deberá ejecutarse de acuerdo con el AEIC CS-8.

(2). **Prueba de Hi-Pot AC:** Deberá ejecutarse de acuerdo con el AEIC CS-8.

(3). **Prueba de Hi-Pot DC**: Deberá ejecutarse de acuerdo con el AEIC CS-8.

(b). **Reportes de las pruebas de inspección de fábrica.** El fabricante deberá confeccionar reportes certificados de las pruebas realizadas, incluyendo las coordenadas X - Y donde en una columna está la descarga en pC (pico columbios) y en otro el voltaje en kV. Se confeccionará un reporte por cada cable provisto bajo estas especificaciones.

(c). **Entrega de reportes de prueba de inspección de fábrica.** El Contratista deberá proveer copias certificadas de los resultados de la prueba hecha en el cable en la fábrica y las características eléctricas y físicas del cable para su aprobación antes que el cable sea enviado de la fábrica. No se aceptará una entrega parcial de los reportes de la prueba de inspección.

2.1.1.3 **Embarque.**

(a). Se deberá suministrar en carretes de acero que no excedan los 3,400 kilogramos (7,500 libras) cada uno, 1,300 mm (52 pulgadas) de ancho total y 2,400 mm (94 pulgadas) de altura total.

(b). Se deben sellar todos los cabos o finales de cable para prevenir la entrada de agua y humedad durante el tránsito o almacenaje ya sea dentro de una edificación o a la intemperie.

(c). Deberán proveerse embalaje tipo exportación para los embarques que provengan del exterior.

(d). Los carretes de cable deberán marcarse y las etiquetas adjuntas a cada carrete deberán contener la siguiente información:

(1). Nombre del fabricante y número de lote

(2). Descripción del proyecto

(3). Longitud de cable

(4). Pesos brutos, de tara y netos

(5). Fecha de fabricación

2.1.1.4 El Contratista deberá dar a la ACP la garantía estándar del fabricante para los materiales ofrecidos.

2.1.1.5 Los amarres de cable deberán ser fuertes, con auto cierre, resistente al clima para uso exterior, de la longitud requerida para un bulto de tres conductores, con una fuerza de tracción mínima de 535 N (120 libras).

2.1.2 **Empalmes de cables.** Será un producto estándar del fabricante y adecuado para la aplicación que se le pretende dar. Los empalmes, en caso que se requieran se harán en las cámaras y galerías, no se permitirán empalmes en tuberías, ductos o canastas. Todos los empalmes usados en cámaras deberán ser certificados por el fabricante para aplicaciones sumergibles a prueba de agua.

2.1.2.1 **Empalme en línea de 5 kV.** Deberá ser del tipo de caucho contraible en frío para ser utilizado con cable de 5 KV con pantalla electrostática formado por cinta. Los empalmes deberán ser del catálogo 3M serie 5500 o igual para los tamaños de cable requeridos. Los conectores de compresión no provistos en el kit deberán ser provistos por el Contratista. Los empalmes de cable deberán reunir los requisitos del IEEE 404.

2.1.2.2 **Empalmes tipo modular.** Kit de empalme modular de tres vías, separable, 600 amperios, para ser utilizado con cable de 5 KV con pantalla electrostática formado por cinta. Los empalmes deberán ser del catalogo 3M Modelo 5815-S y 5815-T. Los conectores de compresión no provistos en el kit deberán ser provistos por el Contratista. Los empalmes de cable deberán reunir los requisitos del IEEE 386.

2.1.3 **Terminaciones de cables.** Las terminaciones de cables deberán ser el producto estándar del fabricante, que contengan todos los conos de alivio, cintas, terminales de compresión y las partes requeridas. Todas las terminaciones deberán ser adecuadas para la aplicación que se le intente dar. Donde se requiera, las terminaciones vendrán incorporadas con soportes de montura, terminales y provisiones para aterrizar el blindaje metálico. Las terminaciones de cable deberán reunir los requisitos del IEEE 48 para terminaciones de Clase 1. Ver el párrafo 3.2 de la Especificación para el inventario adicional requerido.

2.1.3.1 Se proveerán kits de terminaciones interiores para cables de un solo conductor de cobre de {5} {15} kV, con un 133% de nivel de aislamiento, con blindaje metálico de cinta. Las terminaciones de caucho contraíble en frío en kits estándares que provean conectores de terminal y conos de alivio. La longitud de la terminación desde el final de la camisa ajustada de cable al comienzo del conector de la terminal deberá ser de no menos que lo recomendado por el fabricante del kit. Deberá ser del Catálogo 3m Serie 5620K o igual, para los tamaños de cable requeridos.

2.1.3.2 Se proveerán terminaciones Tipo pistola, según se especifica en la lista de equipos, con los conectores para los tamaños de cable requeridos. Los terminales deberán ajustarse a la norma ANSI 386. El terminal Tipo Pistola deberá tener una capacidad de 600 amperios, 15 kV, para ser utilizada con cables con aislamiento tipo XLP. Los conectores deberán ser compatibles con los terminales para conectores Tipo Pistola especificados en el parágrafo 2.1(f).

2.1.4 **Ferretería de montaje y sellador.** La ferretería de montaje, incluyendo las arandelas planas y las arandelas de presión deberán proveerse para todos los equipos y deberán ser tal y como las recomienda el fabricante, si aplica. En general, la ferretería de acero galvanizado en caliente deberá proveerse para equipos

montados sobre estructuras galvanizadas, ferretería de aleación de aluminio deberá proveerse para terminales y conectores de aluminio, y ferretería de aleación de bronce deberá proveerse para terminales y conectores de bronce. Deberá proveerse sellador de contacto para conectores y terminales de aluminio. El diámetro de los agujeros en las arandelas deberá ser del tamaño correcto estándar para los pernos sobre los cuales se van a usar las arandelas.

2.1.5 **Lubricante para instalación de cables.** Será a base de agua que no manche, con lubricidad residual, que no se endurezca o se formen conchas mientras esté almacenado y adecuado para todas las clases de cables y tuberías.

2.1.6 **Terminal para conectores tipo pistola.** Deberán ser de 15 KV, 600 amperios, con contactos de cobre, con conector para el cable de puesta a tierra y deberán estar diseñado para ser montados en paredes. Los terminales deberán ajustarse a la norma ANSI 386.

PARTE 3 - EJECUCIÓN

3.1 INSTALACIÓN. El Contratista deberá obtener del fabricante un manual de instalación o un conjunto de instrucciones que trate aspectos tales como construcción del cable, tipo de aislamiento, diámetro del cable, radio de curvatura, temperatura del cable, lubricantes, coeficiente de fricción, limpieza de la tubería, requisitos de almacenaje, sellado a prueba de humedad, pruebas y métodos para deshacerse de humedad y otros. Se dejarán nueve metros (30 pies) de cable adicional para todas las fases en los puntos donde se realicen terminaciones y empalmes. El Contratista hará todas las terminaciones y los empalmes. Los cables se sellarán en los extremos para prevenir la entrada de agua y humedad.

3.1.1 **Inspección de cables.** Los carretes de cables deberán inspeccionarse para garantizar las condiciones adecuadas de almacenaje, revisar señales de daños físicos o sellos rotos. Si un sello está roto, se removerá la humedad del cable de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable.

3.1.2 **Limpieza de tuberías.** Antes de halar cables y sellar cualquier tubería, se deberán limpiar las tuberías mediante un método aprobado hasta que menos de un volumen de 130 centímetros cúbicos (8 pulgadas cúbicas) de escombros se remuevan de la tubería.

3.1.3 **Lubricación de tuberías.** Cuando se halen cables, se utilizará un compuesto adecuado para halar listado en el UL, a base de agua y comercialmente disponible. El lubricante del cable deberá ser compatible con la cubierta del cable que se está instalando. Se deberá hacer la aplicación del lubricante de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del lubricante.

3.1.4 **Instalación de cables.** Los cables deberán instalarse en tuberías como se indique en los planos y usando un procedimiento de instalación aprobado. La longitud máxima del cable y la tensión de halado del cable no deberán exceder las recomendadas por el fabricante del cable. El cable deberá ser instalado sin empalmes, excepto haya sido solicitado con antelación por el Contratista y haya sido aprobado por el Oficial de Contrataciones. El radio de curvatura final y el radio de curvatura de instalación del cable cuando se esté halando deberá exceder doce veces el diámetro total del cable. El Contratista deberá proveer un camión o remolque de alimentar cables y un cabrestante para halar cables. El Contratista también deberá proveer "pulling grips" o "pulling eyes" de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del cable. El "pulling grip" o "pulling eye" deberá estar atado a una soga seguido de bolsas lubricantes y luego los cables eléctricos. Se deberá usar un dinamómetro para supervisar la tensión de instalación. La tensión de instalación no excederá

las recomendadas por el fabricante del cable. El Contratista no deberá dejar que los cables se crucen mientras están siendo alimentados.

3.1.5 **Terminaciones de cable.** Serán provistas por el Contratista e instaladas por la ACP. La ferretería será de acero inoxidable. Se usará un torquímetro para apretar las conexiones donde el torque sea especificado. Donde sea requerido, se deberán llenar las terminaciones con un compuesto de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Las terminaciones de los cables deberán protegerse de la humedad y contaminación sellando adecuadamente el final con cinta de caucho eléctrica de alto voltaje y entonces envolviéndolo con cinta de vinilo.

3.1.6 **Empalmes.** Serán suministrados por el Contratista e instalados por la ACP. Los empalmes se harán en las cámaras solamente.

3.1.7 **Etiquetas de cable.** Proveer etiquetas para cada cable de alimentación y de control. Las etiquetas se instalarán también en cada empalme, cámaras y en cada terminación. Las etiquetas de cable también deberán estar localizadas a la entrada y la salida del canal de cables y en los cambios de dirección de los cables. Cada conductor de fase también deberá estar identificado en cada terminación de cable. Se hará la identificación requerida de manera que sea claramente visible para un observador que esté a 1.5 m.

3.1.8 **Puesta a tierra.** El escudo electrostático de los cables de medio voltaje será aterrizado en un solo extremo y éste preferiblemente será en el lado de la fuente de energía.

3.2 INVENTARIO ADICIONAL. El número de artículos de equipo especificado deberá ser provisto por el Contratista a la ACP, como se lista a continuación, en adición del equipo requerido para la construcción. Los artículos están especificados en el párrafo 2.1. Deberán entregarse a la oficina de campo de la "División de Energía" en Balboa, o como lo indique el Oficial de Contrataciones.

Artículo	Cantidad	Descripción
1	2 kits	Empalme en línea para tres cables , 15 kV de acuerdo al párrafo 2.1.2.1
2	2 kits	Empalme Tipo Modular, tres unidades (una por fase), 15 kV, de acuerdo al párrafo 2.1.2.2.
3	3 kits	Terminación Tipo Pistola, juego de tres (una por fase), 15 kV de acuerdo al párrafo 2.1.3.2.

3.3 PRUEBAS DE CAMPO. El Contratista realizará pruebas de campo en los siguientes equipos conforme lo indique el Oficial de Contrataciones. Las pruebas deberán hacerse en presencia de personal de la ACP siguiendo los procedimientos previamente aprobados. Las pruebas de campo deberán tomar un mínimo de dos días laborales, comenzando luego de la instalación de los principales componentes del sistema. Los representantes autorizados tanto del Contratista como de la ACP deberán aprobar cada paso de las pruebas y firmar luego que se completen exitosamente. Ambos grupos deberán reportar y firmar cualquiera falla, si hubiese alguna. Luego de corregir las discrepancias, los dos grupos volverán a hacer las pruebas y firmarlas como se haya convenido.

3.3.1 **Prueba de cable de medio voltaje.** A cada cable eléctrico se le hará una prueba potencial "Hi-Pot" luego de su instalación y antes de los empalmes y que se conecten las terminaciones. Se le aplicará un voltaje

de corriente directa en cada conductor de conectando un extremo del cable al equipo de prueba y conectando a tierra los blindajes metálicos en el otro extremo para la prueba. Antes de hacer la prueba, los cables deberán aislarse. El método, voltaje, duración y otras características de las pruebas deberán ajustarse al IEEE 400 para el tipo de cable instalado. Si algún cable fallara debido a defectos o instalación indebida del cable, el Contratista deberá hacer las reparaciones necesarias conforme lo dirija el "Oficial de Contrataciones". El Contratista deberá mantener un registro completo de todas las pruebas, mostrando la fecha, el número de alimentador, el voltaje de prueba, niveles de fuga de prueba, los comentarios y las condiciones ambientales (temperatura y humedad). El original deberá entregarse a la ACP.

FIN DE LA SECCIÓN